

03/08/04

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Horst KRIMMEL, Wolf-Dieter GRUHLE,
Martin SPIEß, Claus GRANZOW, Udo GILLICH,
Roland GEIGER, Jürgen LUCAS
and Frank KÖNIG
Serial no. :
For : METHOD FOR CROSS-LINKING OF REGULATION -
AND/OR CONTROL FUNCTIONS FOR A MOTOR VEHICLE
Docket : ZAHFRI P613US

MAIL STOP PATENT APPLICATION
The Commissioner for Patents
U.S. Patent & Trademark Office
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

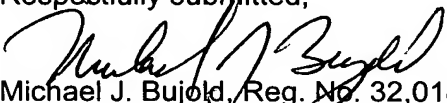
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon German Patent Application No. 103 10 422.4 filed March 11, 2003. A certified copy of said German application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,



Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018

Customer No. 020210

Davis & Bujold, P.L.L.C.

Fourth Floor

500 North Commercial Street

Manchester NH 03101-1151

Telephone 603-624-9220

Facsimile 603-624-9229

E-mail: patent@davisandbujold.com



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 10 422.4

Anmeldetag: 11. März 2003

Anmelder/Inhaber: ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug

IPC: B 60 R 16/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 03. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Faust

Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder
Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Heutzutage wird in Kraftfahrzeugen eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen eingesetzt, wobei sich in Zukunft die Anzahl der Systeme erhöhen wird; Beispiele für derartige Systeme sind die elektronische Motorsteuerung, die elektronische Getriebesteuerung, die Funktionen ASR
15 (Antriebsschlupfregelung) und ABS (Antiblockiersystem), die Schaltstrategiesteuerung, die Niveauregulierung etc.

20 Hierbei kann die Situation eintreten, dass sich die Funktionen gegenseitig in negativer Weise beeinflussen; ferner erfolgt die Aufteilung von Steuer- und Regelalgorithmen auf Funktionsmodule häufig nicht systematisch. Dies
25 wiederum bedeutet, dass eine Erweiterung der Funktionsstruktur sehr zeit- und kostenaufwändig ist.

30 Durch die Vielzahl der eingesetzten Systeme, die z. T. auf die selbe Fahrzeugkomponente eingreifen, wie beispielsweise Komfort- und Fahrstabilitätsfunktionen, die beide die Stossdämpfer beeinflussen, ist ein definiertes optimales Zusammenwirken dieser Systeme notwendig, um ein sicheres und komfortables Fahrverhalten zu gewährleisten.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bzw. Systeme zur Steuerung und/oder Regelung von Komponenten eines

Kraftfahrzeugs bekannt. Beispielsweise ist im Rahmen der DE 411 10 23 A1 ein System beschrieben, welches aus Elementen zur Durchführung von Steueraufgaben wenigstens bezüglich der Motorleistung, der Antriebsleistung und des Bremsvorgangs sowie aus Elementen, die das Zusammenwirken der Elemente zur Durchführung von Steueraufgaben koordinieren, besteht, wobei die Elemente in Form einer Hierarchie angeordnet sind, so dass Elemente einer Hierarchieebene auf Elemente der nächsten Hierarchieebene eingreifen können.

Des weiteren ist aus der DE 198 38 336 A1 ein System zur Steuerung der Bewegung eines Kraftfahrzeugs bekannt, welches aus mehreren Ebenen besteht, wobei in einer ersten Ebene mindestens eine Komponente zur Steuerung der Fahrzeugbewegung vorgesehen ist, welche in einer zweiten Ebene im Rahmen einer Verfeinerung mindestens eine Komponente Vortrieb und Bremse umfasst. Des weiteren ist in einer dritten Ebene diese Komponente wenigstens in zwei Einzelkomponenten Vortrieb und Bremssystem strukturiert. Hierbei können die Komponenten miteinander zum Austausch von Informationen kommunizieren.

Bei diesen bekannten Verfahren wird demnach eine grobe Strukturierung für Funktionen des Antriebsstrangs und des Bremssystems angegeben; die Funktionsstruktur ist als Baumstruktur organisiert, was das Zusammenwirken der Funktionen einschränkt, insbesondere was die Vorgabe von Soll-Betriebsmoden oder Sollwerten anbelangt.

Des weiteren wird bei den bekannten Ansätzen die Strukturierung von Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen, die auf untere Strukturierungsebenen wirken, sowie die

Detaillierung der Kommunikationsbeziehungen zwischen den Funktionen nicht definiert.

5 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug anzugeben, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

15 Insbesondere soll eine definierte Vorschrift zur Erstellung einer Funktions- und Kommunikationsstruktur bis auf untere Hierarchie-Ebenen angegeben werden. Zudem soll die mittels des Verfahrens erzeugte Struktur ausfallresistent vernetzt sein, so dass die Steuerungsfunktionen aktiv bleiben, wenn die Kommunikation gestört ist oder wenn andere Funktionen ausfallen. Ein weiteres Ziel ist es, eine leichte Erweiterbarkeit um weitere Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen zu ermöglichen, ohne die bestehenden Strukturen zu verändern.

20 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Varianten und Vorteile gehen aus den Unteransprüchen hervor.

25 Demnach wird vorgeschlagen, die Aufteilung der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen und die Kommunikationsstruktur der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen mittels Graphen, enthaltend Knoten und gerichtete Kanten, zu definieren, wobei die Knoten des Graphen Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen und dessen gerichtete Kanten definierte Kommunikationspfade der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen darstellen.

30

Für ein Fahrzeug mit einer definierten Menge an Stell-
eingriffen durch entsprechende Aktuatoren, beispielsweise
Niveauregulierung oder Betriebsbremse, und einer definier-
ten Menge an zu steuernden bzw. zu regelnden Systemgrößen,
5 beispielsweise Fahrzeugniveau oder Radschlupf, werden gemäß
der Erfindung die verschiedenen Steuer- und Regelalgorith-
men auf verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungsfunktio-
nen aufgeteilt und die Kommunikation der Steuerungs- und/
oder Regelungsfunktionen definiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet ein hin-
sichtlich der Sicherheit, des Fahrkomforts sowie des jewei-
ligen Fahrerwunsches optimales Systemverhalten, insbesonde-
re aufgrund der geordneten Wechselwirkung der Steuer- und
15 Regelalgorithmen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beigefügten Fi-
guren beispielhaft näher erläutert.

Es stellen dar:

20

Fig. 1 eine schematische Darstellung zweier Knoten
und einer gerichteten Kante sowie der Kommu-
nikation zwischen den beteiligten Steue-
rungs- und/oder Regelungsfunktionen gemäß
25 der vorliegenden Erfindung;

25

Fig. 2 eine schematische Darstellung zweier Knoten
und einer gerichteten Kante sowie der Kommu-
nikation zwischen den beteiligten Steue-
rungs- und/oder Regelungsfunktionen in einer
30 der Fig. 1 dargestellten Kommunikation ent-
gegengesetzten Richtung gemäß der vorliegen-
den Erfindung;

30

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer zur Erstellung eines erfindungsgemäßen Graphen verwendbaren Tabelle gemäß der vorliegenden Erfindung;

5 Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer weiteren zur Erstellung eines erfindungsgemäßen Graphen verwendbaren Tabelle gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellten Graphen und

15 Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellten Graphen.

20 Gemäß der Erfindung wird die Aufteilung der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen eines Kraftfahrzeugs und die Kommunikationsstruktur der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen mittels Graphen, enthaltend Knoten und gerichtete Kanten definiert; hierbei stellen die Knoten der Graphen Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen und deren gerichtete Kanten definierte Kommunikationspfade der Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen dar.

30 Die gerichteten Kanten der Graphen sind gemäß der Erfindung geordnete Paare (X, Y) von Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen und können als Pfeile zwischen den Knoten, also den Funktionen, dargestellt werden. Dies wird in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellt. Ein Graph weist eine endliche Anzahl von Knoten auf.

Gemäß der Erfindung werden die Knoten wie folgt definiert: Sie stellen Steuerungs- oder Regelungsfunktionen G_i , R_i , und S_i dar, wobei G_i mindestens eine für jede zu steuernde Systemgröße g_i definierte Funktion ist, die Sollwerte $^{soll}y_i$ für g_i definiert, R_i mindestens eine für jede zu steuernde und/oder zu regelnde Systemgröße g_i definierte Funktion ist, die g_i mittels Sollwertvorgaben für andere Funktionen X_1, X_2, X_3, \dots steuert und/oder regelt und wobei S_i eine für jeden Stelleingriff s_i definierte Funktion ist, welche Zugriffe von Funktionen X_1, X_2, X_3, \dots auf den Stelleingriff s_i organisiert. Gemäß der Erfindung wird für eine Funktion nur ein Knoten definiert.

Erfindungsgemäß kann statt zwei Funktionen G_i und G_j eine einzige Funktion G Sollwerte für die Systemgrößen g_i und g_j definieren oder kann statt zwei Funktionen R_i und R_j eine einzige Funktion R die Systemgrößen g_i und g_j steuern, so dass Funktionen, die unterschiedliche Bezeichnungen wie z. B. X_i und X_j oder S_i und S_j tragen, nicht notwendigerweise getrennte Funktionen sein müssen, sondern auch zusammengefasst werden können.

Für jede Funktion Z ist erfindungsgemäß eine Größe Ist-Betriebsmodus $^{ist}b_z$ definiert, die beispielsweise die Werte „aktiv“, „inaktiv“, „limp home“, ... annehmen kann. Hierbei erfolgt die Berechnung des Ist-Betriebsmodus $^{ist}b_z$ auf folgende Weise:

- Die Funktion Z erhält von n anderen Funktionen $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ Soll-Betriebsmodi $^{soll}b_{x1}, ^{soll}b_{x2}, ^{soll}b_{x3}, \dots, ^{soll}b_{xn}$.

- Die Funktion Z erhält von m anderen Funktionen $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_m$ Ist-Betriebsmodi $ist_{b_{Y1}}, ist_{b_{Y2}}, ist_{b_{Y3}}, \dots, ist_{b_{Ym}}$.
- Des weiteren liegt ein interner Soll-Betriebsmodus der Funktion Z $soll_{b_{Zintern}}$ vor (der interne Soll-Betriebsmodus kann z. B. einen Fehlermodus der Funktion anzeigen).
- Der Ist-Betriebsmodus ist_{b_Z} der Funktion Z wird mittels einer funktionsspezifischen Funktion f berechnet:

$ist_{b_Z} = f (soll_{b_{X1}}, soll_{b_{X2}}, soll_{b_{X3}}, \dots, soll_{b_{Xn}}, ist_{b_{Y1}}, ist_{b_{Y2}}, ist_{b_{Y3}}, \dots, ist_{b_{Ym}}, soll_{b_{Zintern}})$, wobei die Berechnung beispielsweise mit Hilfe eines Zugriffs auf ein $(n+m+1)$ -dimensionales Array realisiert werden kann:

$ist_{b_Z} = \text{Array}(soll_{b_{X1}}, soll_{b_{X2}}, soll_{b_{X3}}, \dots, soll_{b_{Xn}}, ist_{b_{Y1}}, ist_{b_{Y2}}, ist_{b_{Y3}}, \dots, ist_{b_{Ym}}, soll_{b_{Zintern}})$.

Wenn die Funktion Z keinen externen Betriebsmodus erhält, dann erfolgt die Berechnung des Ist-Betriebsmodus allein auf Basis des internen Soll-Betriebsmodus:
 $ist_{b_Z} = soll_{b_{Zintern}}$; die Mitteilung eines Fehlermodus an andere Funktionen erfolgt mittels des Ist-Betriebsmodus ist_{b_Z} .

Für zwei Knoten X und Y wird die gerichtete Kante (X, Y) genau dann in den Graphen eingetragen, wenn die Funktion X an die Funktion Y einen Soll-Betriebsmodus übermittelt (Fig. 1). Wenn die Kante (X, Y) eingetragen ist, dann kann optional die Funktion X der Funktion Y einen oder mehrere

Sollwerte α , β , χ , ... für System- oder Stellgrößen a , b , c , ... übermitteln.

Des weiteren muss, wenn (X, Y) eine Kante im Graph ist, die Funktion Y der Funktion X genau einen Ist-Betriebszustand $^{ist}_{by}$ übermitteln, wie in Fig. 2 gezeigt. Wenn X, Y eine Kante im Graph ist, dann kann optional die Funktion Y der Funktion X einen oder mehrere Sollwerte λ , μ , ν , ... für System- oder Stellgrößen l , m , n , ... übermitteln, wie in Fig. 2 veranschaulicht.

Mittels des Ist-Betriebszustands $^{ist}_{by}$ kann die Funktion X beispielsweise beurteilen, ob die Funktion Y die Vorgabe des Soll-Betriebsmodus und gegebenenfalls der Sollwerte umsetzt. Setzt die Funktion Y die Vorgaben nicht in hinreichender Weise um, dann muss die Funktion X für die Umsetzung ihrer Zielvorgaben erfindungsgemäß Alternativen suchen. Beispielsweise könnten Ziele der Funktion X mit Hilfe anderer Funktionen Y_2, Y_3, Y_4, \dots realisiert werden; es kann auch vorgesehen sein, dass die Funktion X mit einem Wechsel des eigenen Betriebsmodus reagiert.

Erfindungsgemäß kann, wenn (X, Y) eine Kante im Graph ist, die Funktion Y der Funktion X optional Grenzen α_{min} , α_{max} , β_{min} , β_{max} , χ_{min} , χ_{max} , ... übermitteln, innerhalb derer die Funktion Y Sollwertvorgaben der Funktion X für System- oder Stellgrößen a , b , c , ... realisieren kann. Auf diese Weise kann die Funktion X die Realisierbarkeit ihrer Sollwertvorgaben durch die Funktion Y prüfen und falls erforderlich weitere Funktionen Y_2, Y_3, Y_4, \dots aktivieren.

Obwohl bei einer gerichteten Kante (X, Y) die Funktion Y der Funktion X keinen Soll-Betriebsmodus übermittelt,

kann die Funktion Y über die Sollwertübermittlung an die Funktion X Einfluss auf X nehmen, um die Zielvorgaben von Y zu realisieren. Gegebenenfalls muss die Funktion X die Sollwerte an weitere Funktionen weiterleiten. Beispielsweise können so Ressourcen (beispielsweise hinsichtlich der Energieversorgung) beantragt werden. Zudem kann eine Funktion X einer Funktion Y Ist-Systemgrößen übermitteln, ohne dass die Kante (X, Y) im Graphen definiert ist; dies kann beispielsweise bei Sensorwerten der Fall sein.

Wenn mehrere Funktionen X_1, X_2, X_3, \dots Sollwerte $soll_{w_{X1}}, soll_{w_{X2}}, soll_{w_{X3}}, \dots$ für eine Größe w an die Funktion Y übermitteln, dann werden gemäß der Erfindung Zugriffskonflikte wie folgt verhindert:

In Abhängigkeit vom Ist-Betriebsmodus der Funktion Y ist_{b_Y} , wird von der Funktion Y entschieden, welcher der Sollwerte $soll_{w_{X1}}, soll_{w_{X2}}, soll_{w_{X3}}, \dots$ verwendet wird bzw. wie der zu verwendende Sollwert für die Größe w aus $soll_{w_{X1}}, soll_{w_{X2}}, soll_{w_{X3}}, \dots$ berechnet wird. Zudem wird die Berechnung des Ist-Betriebsmodus mittels Soll-Betriebsmodi bzw. Ist-Betriebsmodi, derart durchgeführt, dass eine eindeutige Auswahl bzw. Berechnung des Sollwertes für w aus der Menge der Sollwerte $\{ soll_{w_{X1}}, soll_{w_{X2}}, soll_{w_{X3}}, \dots \}$ gegeben ist.

Alternativ kann die Entscheidung, welcher der Sollwerte $\{ soll_{w_{X1}}, soll_{w_{X2}}, soll_{w_{X3}}, \dots \}$ bzw. welche Berechnungsvorschrift verwendet werden soll, durch eine definierte Funktion Z mit $Z \notin \{ X_i \}$ und $Z \neq Y$ vorgegeben werden, wobei in diesem Fall die Funktion Z der Funktion Y einen Betriebsmodus $soll_{b_Z}$ übermittelt und wobei die Berechnung des internen Ist-Betriebsmodus ist_{b_Y} und damit die Auswahl eines Sollwer-

tes bzw. einer Berechnungsvorschrift derart erfolgt, dass der verwendete Sollwert bzw. die Berechnungsvorschrift des Sollwertes für w nur von $^{soll}b_z$ abhängt.

5 Die Sollbetriebsmoden regeln somit das Zusammenwirken der Steuerungsfunktionen auf eindeutige und deterministische Weise.

10 Gemäß der Erfindung werden die Kanten der Graphen derart gewählt, dass kein gerichteter Kreis entsteht. Dies bedeutet, dass sich eine Funktion entlang einer Kommunikationskette $X_1 - X_2 - X_3 - \dots X_n - X_1$ nicht indirekt selbst einen Betriebsmodus vorgeben darf. Es ist beispielsweise gemäß der Erfindung nicht möglich, dass sowohl (X, Y) als
15 auch (Y, X) gerichtete Kanten im Graph sind, da auf diese Weise ein gerichteter Kreis $X - Y - X$ entsteht.

Die gerichteten Kanten eines Graphen können erfindungsgemäß beispielsweise mittels des folgenden Verfahrens
20 ermittelt werden:

Es wird eine erste Tabelle gemäß Fig. 3 erstellt, wobei in die erste Spalte die Funktionen G_i und in die erste Zeile die Funktionen R_i eingetragen werden, so dass Zellen (G_i, R_i) entstehen. Wenn G_i einen Sollwert für g_i definiert, dann wird in die Zelle (G_i, R_i) der Tabelle ein
25 Kreuz „x“ eingetragen bzw. die Zelle (G_i, R_i) wird markiert.

Anschließend wird eine zweite Tabelle gemäß Fig. 4 erstellt, wobei in die erste Zeile die Funktionen S_i und in die erste Spalte die Funktionen R_i eingetragen werden. Wenn die Stellgröße s_i Einfluss auf die Systemgröße g_j hat und die Funktion R_i die Funktion S_i zur Steuerung und/oder Re-
30

gelung von g_j nutzt dann wird in die Zelle (R_i, S_j) der Tabelle ein Kreuz „x“ eingetragen (oder die Zelle (R_i, S_j) wird markiert).

- 5 Gemäß der Erfindung sind die in den Tabellen mit „x“ gekennzeichneten Zellen die notwendigen Kanten des zugehörigen Graphen, der Gegenstand der Fig. 5 ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Anwendungsbeispielles näher beschrieben.

Es werden die Stelleingriffe

- s_1 variable Dämpfung,
- s_2 Stabilisatormoment,
- 15 - s_3 Niveauregulierung und
- s_4 Motormoment

und die entsprechenden Funktionen S_1, S_2, S_3 und S_4 definiert. Hierbei werden die Stelleingriffe auf gleichartige Stellgrößen zur Vereinfachung der Darstellung des Anwendungsbeispiels zu einem Stelleingriff zusammengefasst. So werden beispielsweise die radindividuellen Dämpfungseingriffe vereinfachend als ein Stelleingriff s_1 zusammengefasst. Als Systemgrößen werden

- 25 - g_1 Aufbau - Vertikalbeschleunigung,
- g_2 Wankwinkel,
- g_3 Nickwinkel,
- g_4 Fahrzeugniveau und
- g_5 Radschlupf

- 30 sowie die entsprechenden Funktionen G_1, G_2, G_3, G_4 und G_5 definiert. Hierbei definiert G_1 einen Sollwert $^{soll}\gamma_1$ für die Vertikalbeschleunigung, G_2 einen Sollwert $^{soll}\gamma_2$ für den Wankwinkel, G_3 einen Sollwert $^{soll}\gamma_3$ für den Nickwinkel, G_4

einen Sollwert $^{soll}\gamma_4$ für das Fahrzeugniveau und G_5 einen Sollwert $^{soll}\gamma_5$ für den Radschlupf. Des weiteren werden die Funktionen R_1 Steuerung/Regelung Aufbau Vertikalbeschleunigung, R_2 Steuerung/Regelung Wankwinkel, R_3 Steuerung/Regelung Nickwinkel, R_4 Niveauregulierung und R_5 Regelung Radschlupf definiert.

Gemäß der in Fig. 3 dargestellten Tabelle werden beispielsweise zwischen $\{G_i\}$ und $\{R_i\}$ folgende gerichtete Kanten ermittelt:

$(G_1, R_1), (G_2, R_2), (G_3, R_3), (G_4, R_4), (G_5, R_5)$

Die gerichteten Kanten zwischen den Funktionen $\{R_i\}$ und $\{S_i\}$ sind der Tabelle gemäß Fig. 4 zu entnehmen:

$(R_1, S_1), (R_2, S_1), (R_3, S_1), (R_2, S_2), (R_5, S_2), (R_4, S_3), (R_5, S_4)$

Beispielsweise trägt die Kante (R_5, S_4) der Möglichkeit Rechnung, dass eine Funktion R_5 , die den Radschlupf regelt, in sicherheitskritischen Fahrsituationen direkt in den Stabilisator eingreift, um entsprechende Radlast zu erhalten.

Als Resultat des Verfahrens zur Vernetzung vom Regelungs- und/oder Steuerungsfunktionen ergibt sich der Graph in Fig. 5. Diese Funktionsstruktur ist mittels eines Baumes nicht darstellbar.

Wie bereits erwähnt, ist es möglich, Funktionen zusammenzufassen. Wenn beispielsweise G_1 , G_2 und G_3 zu einer Funktion G zusammengefasst werden, entsteht der in Fig. 6 dargestellte Graph.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder
5 Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass die Steuerungs- bzw. Rege-
lungsfunktionen und die Kommunikationsstruktur der Steue-
rungs- bzw. Regelungsfunktionen mittels Graphen, enthaltend
Knoten und gerichtete Kanten, definiert werden, wobei die
Knoten des Graphen Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen und
dessen gerichtete Kanten definierte Kommunikationspfade der
Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen darstellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -
15 z e i c h n e t , dass die gerichteten Kanten der Graphen
geordnete Paare (X, Y) von Steuerungs- bzw. Regelungsfunkti-
onen sind, welche als Pfeile zwischen den Knoten darge-
stellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e -
20 k e n n z e i c h n e t , dass die Knoten Steuerungs- oder
Regelungsfunktionen G_i , R_i , und S_i darstellen, wobei G_i
mindestens eine für jede zu steuernde Systemgröße g_i defi-
nierte Funktion ist, die Sollwerte $^{soll}y_i$ für g_i definiert,
25 R_i mindestens eine für jede zu steuernde Systemgröße g_i
definierte Funktion ist, die g_i mittels Sollwertvorgaben
für andere Funktionen X_1 , X_2 , X_3 , ... steuert bzw. regelt
und wobei S_i eine für jeden Stelleingriff s_i definierte
Funktion ist, welche Zugriffe von Funktionen X_1 , X_2 , X_3 , ...
30 auf den Stelleingriff s_i organisiert, wobei für eine Funk-
tion nur ein Knoten vorgesehen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , dass für zwei Knoten (X, Y)
eine gerichtete Kante (X, Y) genau dann in den Graphen ein-
getragen wird, wenn die Funktion X an die Funktion Y einen
5 Soll-Betriebsmodus übermittelt, wobei, wenn (X, Y) eine
gerichtete Kante im Graph ist, die Funktion Y der Funktion
X genau einen Ist-Betriebszustand $^{ist}b_Y$ übermittelt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass die Funktion X der Funkti-
on Y zusätzlich einen oder mehrere Sollwerte $\alpha, \beta, \chi, \dots$
für System- oder Stellgrößen a, b, c, ... übermittelt
und/oder dass die Funktion Y der Funktion X einen oder meh-
rere Sollwerte λ, μ, ν, \dots für System- oder Stellgrößen l,
15 m, n, ... übermittelt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , dass bei einer gerichteten
Kante (X, Y) die Funktion Y der Funktion X optional Grenzen
20 $\alpha_{min}, \alpha_{max}, \beta_{min}, \beta_{max}, \chi_{min}, \chi_{max}, \dots$ übermittelt, innerhalb
derer von der Funktion Y Sollwertvorgaben der Funktion X
für System- oder Stellgrößen a, b, c, ... realisierbar
sind.

25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , dass, wenn mehrere
Funktionen X_1, X_2, X_3, \dots Sollwerte $^{soll}_{w_{X1}}, ^{soll}_{w_{X2}}, ^{soll}_{w_{X3}},$
... für eine Größe w an die Funktion Y übermitteln,
Zugriffskonflikte dadurch verhindert werden, dass von der
30 Funktion Y in Abhängigkeit vom Ist-Betriebsmodus der Funk-
tion Y $^{ist}b_Y$, entschieden wird, welcher der Sollwerte $^{soll}_{w_{X1}},$
 $^{soll}_{w_{X2}}, ^{soll}_{w_{X3}}, \dots$ verwendet wird bzw. wie der zu verwenden-
de Sollwert für die Größe w aus $^{soll}_{w_{X1}}, ^{soll}_{w_{X2}}, ^{soll}_{w_{X3}}, \dots$

berechnet wird, wobei die Berechnung des Ist-Betriebsmodus mittels Soll-Betriebsmodi bzw. Ist-Betriebsmodi, derart durchgeführt wird, dass eine eindeutige Auswahl bzw. Berechnung des Sollwertes für w aus der Menge der Sollwerte {
5 $soll_{w_{x1}}, soll_{w_{x2}}, soll_{w_{x3}}, \dots$ } gegeben ist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten der Graphen derart gewählt werden, dass kein gerichteter Kreis entsteht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Erstellung der gerichteten Kanten folgende Schritte umfasst:

- 15 - Erstellen einer ersten Tabelle, wobei in die erste Spalte der Tabelle die Funktionen G_i und in die erste Zeile die Funktionen R_i eingetragen werden, so dass Zellen (G_i, R_i) entstehen, wobei, wenn G_i einen Sollwert für g_i definiert, diese Zelle (G_i, R_i) der Tabelle markiert wird;
- 20 - Erstellen einer zweiten Tabelle, wobei in die erste Zeile die Funktionen S_i und in die erste Spalte die Funktionen R_i eingetragen werden, wobei, wenn die Stellgröße s_i Einfluss auf die Systemgröße g_j hat und die Funktion R_i die Funktion S_i zur Steuerung von g_j nutzt die Zelle (R_i, S_i) markiert wird und wobei die
- 25 markierten Zellen den beiden Tabellen die gerichteten Kanten des zugehörigen Graphen darstellen.

Zusammenfassung

Verfahren zur Vernetzung von Regelungs- und/oder
Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug

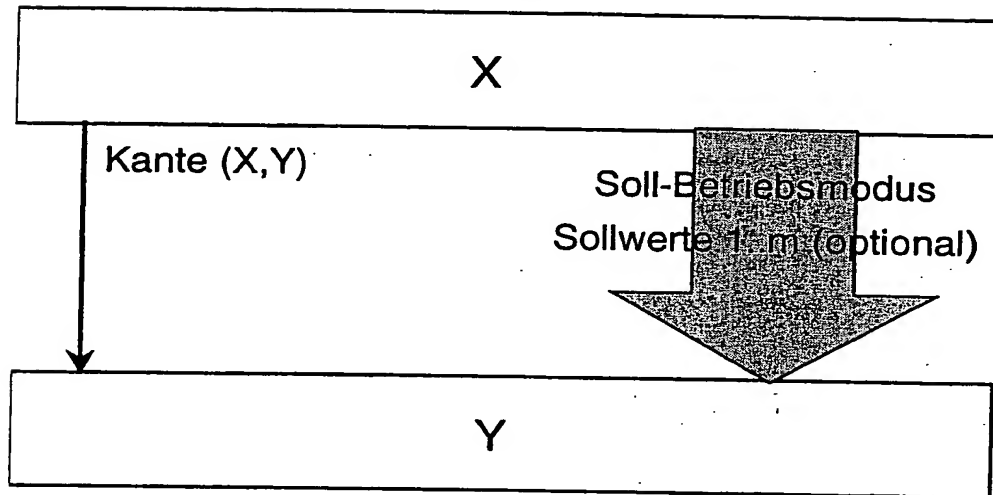
5

Im Rahmen des Verfahrens zur Vernetzung von Regelungs- und/oder Steuerungsfunktionen für ein Kraftfahrzeug werden die Kommunikationsstruktur der Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen mittels Graphen, enthaltend Knoten und gerichtete Kanten, definiert, wobei die Knoten des Graphen Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen und dessen gerichtete Kanten definierte Kommunikationspfade der Steuerungs- bzw.

15 Regelungsfunktionen darstellen.

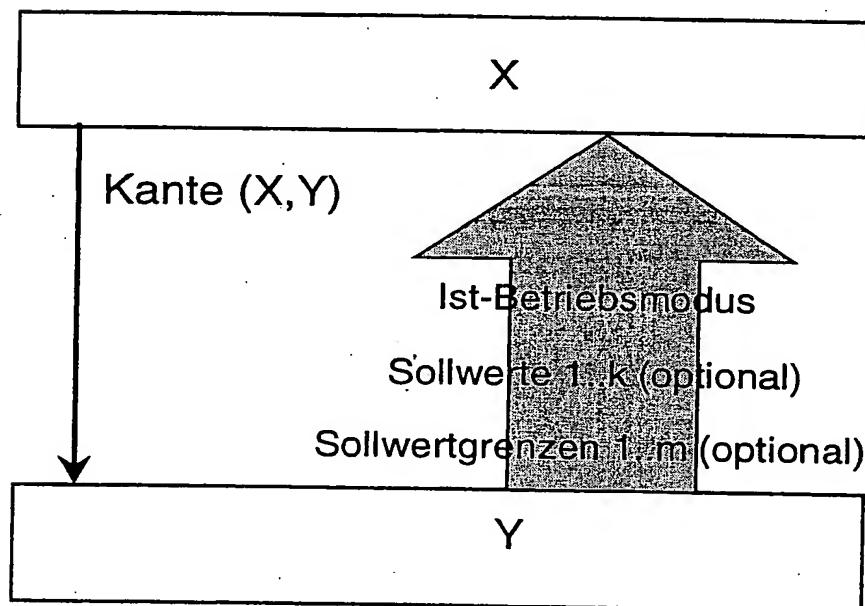
Fig. 5

**Kommunikation
von X nach Y:**



Figur 1

**Kommunikation
von Y nach X:**



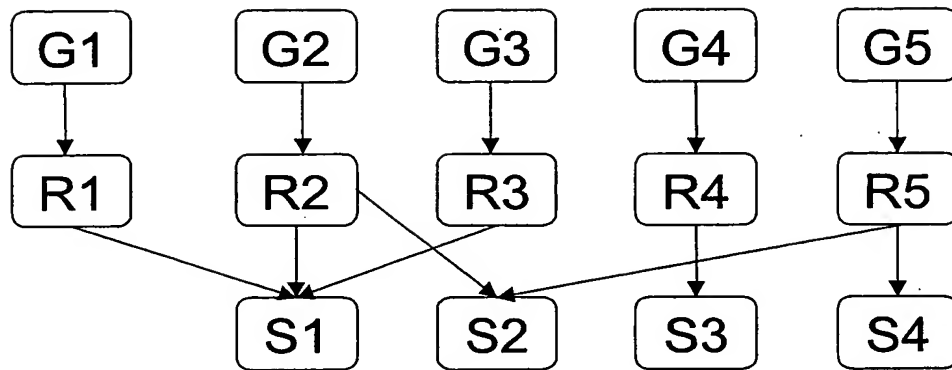
Figur 2

Funktion R_i		Aufbau Vertikal- beschleunigung	Wankwinkel	Nickwinkel	Fahrzeug- Niveau	Radindividueller Schlupf
Funktion G_i		R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Aufbau- Vertikalbeschleunigung	G_1	X				
Wankwinkel	G_2		X			
Nickwinkel	G_3			X		
Fahrzeug- Niveau	G_4				X	
Radindividueller Schlupf	G_5					X

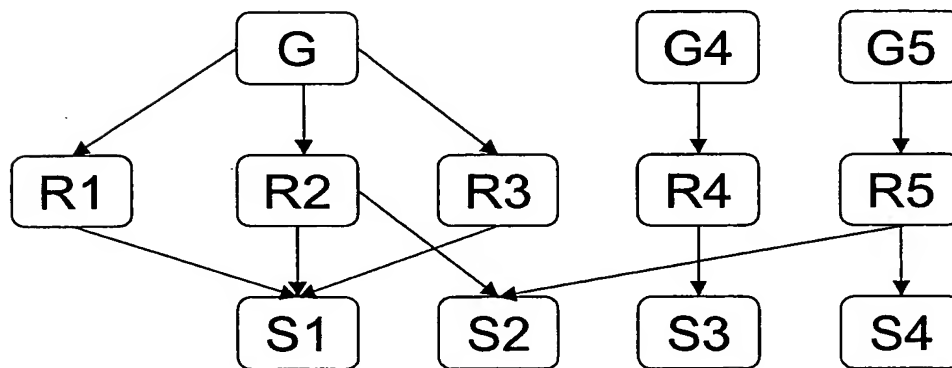
Figur 3

Funktion S_i		Variable Dämpfung	Aktives Stabi- lisatormoment	Radindividuelles Niveau	Motormoment
Funktion R_i		S_1	S_2	S_3	S_4
Aufbau-Vertikal- beschleunigung	R_1	X			
Wankwinkel	R_2	X	X		
Nickwinkel	R_3	X			
Fahrzeug- Niveau	R_4			X	
Radindividueller Schlupf	R_5		X		X

Figur 4



Figur 5



Figur 6